第18講　二段滴定・中和の総合

3　中和滴定（第17講のつづき）

(6)　二段滴定

水酸化ナトリウムは空気中の二酸化炭素と中和反応を起こし，一部が炭酸ナトリウムに変化してしまう。この混合物中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのそれぞれの量を求めるために利用されるのが二段滴定である。

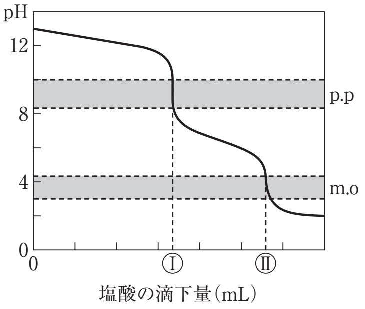
Ⅰ（p.p で検出）

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$

Ⅱ（m.o で検出）

$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow H_2O + CO_2 + NaCl$



第18講　演習問題

1　濃度不明の炭酸ナトリウム水溶液20.0mLをコニカルビーカーにはかりとり，0.10mol/Lの塩酸をビュレットから滴下したところ，図のような滴定曲線が得られた。

炭酸ナトリウム水溶液の濃度は何mol/Lか。

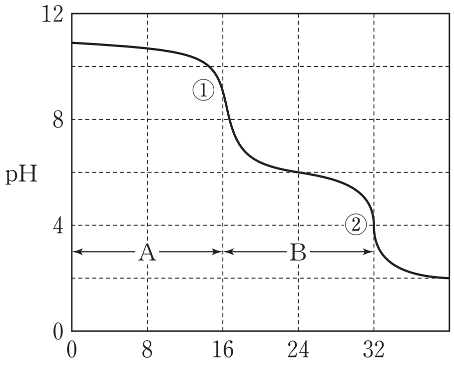


図　　　滴定曲線

2　水酸化ナトリウム NaOH（式量40）と炭酸ナトリウム Na_2CO_3（式量106）の混合物Xを水に溶かして500mLとした。この水溶液25.0mLをはかりとり，フェノールフタレインを指示薬として0.100mol/Lの塩酸で滴定したところ20.0mLで変色した。さらにこの水溶液にメチルオレンジを加えて同じ塩酸で滴定したところ，5.00mLで変色した。Xに含まれていた NaOH と Na_2CO_3 の質量はそれぞれ何gか。

3　次の文を読み，問１～問６に答えよ。

濃度のわからない硫酸水溶液(溶液Aとする)とアンモニア水(溶液Bとする)がある。これらの濃度を決定するために，以下の実験を行った。

[実験1]

2.00mLの溶液Aをコニカルビーカーに入れ，これに約10mLの水と少量の指示薬を加えた。一方，ビュレットに0.100mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を入れ，これをコニカルビーカーに滴下していったところ，14.40mL滴下したところで過不足なく中和した。

[実験2]

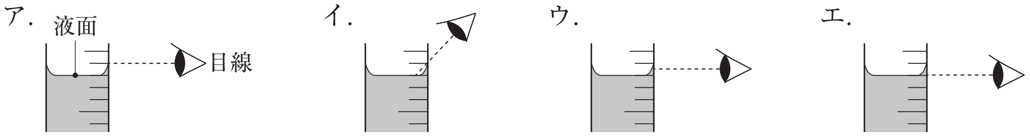
10.0mLの溶液Aと，同じく10.0mLの溶液Bをコニカルビーカーに入れ，少量の指示薬を加えた。これにビュレットを用いて0.100mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を滴下していったところ，23.40mL滴下したところで過不足なく中和した。

[実験3]

(a) を用いて20.0mLの溶液Aを正確にはかり取り，100mLの (b) に入れ，これに標線まで水を加えて溶液Cを調製した。一方，2.00mLの溶液Bをコニカルビーカーに入れ，これに約20mLの水と少量の指示薬を加えた。溶液Cをビュレットに入れ，これをコニカルビーカーに滴下していったところ， (c) mL滴下したところで過不足なく中和した。

問１　ビュレットの目盛りの読み方として正しいものを次の【解答群】の中から選べ。

【解答群】



問２　[実験1]および[実験3]で用いることができる指示薬について最も適当なものを次の【解答群】の中から選び，それぞれ記号を記せ。

【解答群】

ア．フェノールフタレインは用いることができるが，メチルオレンジは用いることができない。

イ．メチルオレンジは用いることができるが，フェノールフタレインは用いることができない。

ウ．フェノールフタレインおよびメチルオレンジのどちらを用いてもよい。

問３　アンモニア水が塩基性を示す理由を，アレニウスの酸・塩基の定義に基づいて40字程度で記せ。化学式やイオン式，化学反応式を用いて説明してもよい。

問４　[実験1]について，溶液Aの濃度〔mol/L〕を有効数字3桁で求め，数値を記せ。

問５　[実験2]について，問4で求めた溶液Ａの濃度を用いて，溶液Ｂの濃度〔mol/L〕を有効数字3桁で求め，数値を記せ。

問６　[実験3]について，次の問いに答えよ。

1)　文中の (a) および (b) に当てはまる最も適当な器具の名称を記せ。

2)　(c) にはいる数値を有効数字3桁で求め，数値を記せ。

第18講　確認テスト

1　水酸化ナトリウム（式量40）と炭酸ナトリウム（式量106）の混合溶液が100mLある。

この水溶液を正確に20mLはかりとり，0.20mol/Lの塩酸でフェノールフタレインを指示薬として滴定したところ，塩酸40mLで溶液の色が変化した。さらに，メチルオレンジを指示薬として加え，0.20mol/Lの塩酸で滴定を続けたところ，塩酸5.0mLで溶液の色が変化した。このとき，はじめの水溶液100mLに含まれていた炭酸ナトリウムの質量は何gか。

＜Note＞

第18講　演習問題

1　0.080 mol/L

2　NaOH　1.20 g　Na_2CO_3　1.06 g

3　問１　エ

問２　実験1　ウ　　実験3　イ

問３　アンモニアは水中で次のように電離し，アンモニウムイオンと水酸化物イオンを生じるため。

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

問４　0.360 mol/L

問５　0.486 mol/L

問６　1）(a)　ホールピペット　　(b)　メスフラスコ

2）　6.75mL

第18講　確認テスト

1　0.53g

【解説】

100mLに含まれる炭酸ナトリウムの質量を x gとすると，実験に利用したのは20mLなので $\frac{x}{5}$ gであり，これと反応した塩酸は5.0mL分である(二段目の滴下量と一致)ため，次の式が成立する。

$$\frac{\frac{x}{5}}{106} = 0.20 \times \frac{5.0}{1000} \qquad \underline{x = 0.53\ \mathrm{g}}$$